Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry
Vol. 7/ No. 6/ 2021
Page: 12-27

Computer-assisted cognitive rehabilitation with and without unihemispheric concurrent dual-site a-tDCS and conventional tDCS on improving the response inhibition in patients with stroke

Milad Amini Masouleh[1], Gholamreza Chalabianloo[2], Reza Abdi[2]

1-M.A Cognitive Sciences, Psychology Department, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
2- Associate Professor, Psychology Department, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
Corresponding Author: Gholamreza Chalabianloo E-mail: chalabianloo@azaruniv.ac.ir

Received: 03/10/2020 **Accepted:** 23/12/2020

Abstract

Introduction: The response disinhibition is one of the most common problems in post-stroke patients. Many studies have shown that transcranial direct current stimulation could improve cognitive impairments by increasing the cortical excitability.

Aim: The present study was performed to investigate the effect of two protocols of direct transcranial electrical stimulation with cognitive rehabilitation in patients with stroke.

Method: The research method was quasi-experimental with a control group. From the population of stroke patients in 2016, 32 people (including 21 men and 11 women aged 40 to 65 years) were selected by purposive sampling method based on including and excluding criteria. All subjects in the study groups underwent Fruit Ninja task training as cognitive rehabilitation and transcranial direct current stimulation and were evaluated by continuous performance, flanker and target stop tasks. Findings were analyzed using repeated measures analysis of variance with SPSS-22.

Results: The results showed that the group that receiving stimulation with unihemispheric concurrent dual-site a-tDCS along with computerized cognitive rehabilitation in comparison to groups with unihemispheric tDCS with & without computerized cognitive rehabilitation & sham stimulation, showed a significant improvement in response inhibition function ($P \leq 0.05$). Also, at 8-weeks follow-up, the unihemispheric concurrent dual-site a-tDCS along with computerized cognitive rehabilitation group continued to show better functions in response inhibition tasks than other groups ($P \leq 0.05$).

Conclusion: The present results show that the simultaneous use of transcranial stimulation along with cognitive rehabilitation has an effective role in improving cognitive deficits.

Keywords: Rehabilitation, Transcranial direct current stimulation, Inhibition, Stroke

How to cite this article : Amini Masouleh M, Chalabianloo Gh, Abdi R. Computer-assisted cognitive rehabilitation with and without unihemispheric concurrent dual-site a-tDCS and conventional tDCS on improving the response inhibition in patients with stroke. Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry. 2021; 7 (6): 12-27 .URL: http://shenakht.muk.ac.ir/article-1-725-en.pdf

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBY-NC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

مجله روانشناسی و روان پزشکی شناخت
سال هفتم، شماره ۶، ۱۳۹۹
صفحات: ۲۷-۱۲

توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای هم‌زمان دو موضعی تک نیمکره‌ای بر بهبودی بازداری پاسخ در بیماران مبتلا به سکته مغزی

میلاد امینی ماسوله[۱]، غلامرضا چلبیانلو[۲]، رضا عبدی[۲]

۱.کارشناس ارشد علوم شناختی، گروه روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
۲. دانشیار، گروه روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
مولف مسئول: غلامرضا چلبیانلو ایمیل: chalabianloo@azaruniv.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۱۲ **تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۳۹۹/۱۰/۰۳

چکیده

مقدمه: نقص بازداری پاسخ یکی از شایع‌ترین مشکلات بیماران بعد از سکته‌های مغزی است. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای با افزایش تحریک‌پذیری قشری، قادر به بهبود نقایص شناختی است.

هدف: پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر دو پروتکل تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای همراه با توان‌بخشی شناختی در بیماران مبتلا به سکته مغزی انجام شد.

روش: روش پژوهش نیمه آزمایشی با گروه کنترل بود که از جامعه بیماران مبتلا به سکته مغزی در سال ۱۳۹۵، تعداد ۳۲ نفر (شامل ۲۱ مرد و ۱۱ زن با دامنه سنی ۴۰ تا ۶۵ سال) به روش نمونه‌گیری هدفمند بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. تمامی آزمودنی‌ها در قالب گروه‌های مورد مطالعه، تحت آموزش تکلیف فروت نینجا به عنوان توان‌بخشی شناختی و تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای قرار گرفته و توسط تکالیف توجه پیوسته، فلانکر و توقف هدف مورد ارزیابی قرار گرفتند. یافته‌ها با استفاده از روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر با نرم‌افزار SPSS ۲۲ تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که گروه توان‌بخشی شناختی توأم با تحریک فرا جمجمه‌ای دو موضعی در مقایسه با سایر گروه‌ها بهبود بیشتری در بازداری پاسخ نشان دادند ($P\leq ۰/۰۵$) در پیگیری ۸ هفته‌ای نیز گروه توان‌بخشی شناختی توأم با تحریک فرا جمجمه دو موضعی، همچنان عملکرد بهتری در تکالیف مربوط به بازداری پاسخ نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج حاضر نشان می‌دهند که استفاده هم‌زمان از تحریک الکتریکی به همراه توان‌بخشی شناختی، نقش مؤثری در بهبود نقایص شناختی دارد.

کلیدواژه‌ها: توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای، تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای، بازداری پاسخ، سکته مغزی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی کردستان محفوظ است.

مقدمه

کارکردهای اجرایی اشاره به مجموعه عملکردهایی مرتبط با فعالیت قشر پیش پیشانی[1] دارد که توانایی پایش و تعدیل رفتار در حال وقوع را در موقعیت‌های شناختی، هیجانی و اجتماعی گوناگون فراهم می‌سازد که شامل طیف وسیعی از کارکردهای عالی شناختی و فراشناختی همچون برنامه‌ریزی، سیالی، کنترل توجهی[2] سازمان‌دهی، حافظه‌ی فعال، بازداری پاسخ[3]، آغازگری تکلیف و انعطاف‌پذیری شناختی است (لیپسکایا ولیکوسکی، زیلیگی، وینگاردن، روزنتال-ایلوز و راند[4]، ۲۰۱۸). نقص در چنین کارکردهایی از علائم رایج در بسیاری از اختلالات مغزی همچون بیماری‌های مرتبط با اضمحلال نورونی[5] و سکته مغزی است که مشکلات فراوانی را در کارکردهایی همچون تمرکز، حافظه و حل مسئله ایجاد می‌نماید (یو، یانگ، چونگ و یانگ[6]، ۲۰۱۵). در همین راستا، نیمرخ عصب روان‌شناختی بیماران دچار سکته‌ی مغزی عمدتاً با ایجاد تغییر در کارکردهای اجرایی مانند بازداری پاسخ همراه با نقص در حافظه‌ی کلامی، بخصوص پس از سکته‌ی مغزی نیمکره‌ی راست است (پوروزنک، اوزگا، هار و انگلر - شیورازی[7]، ۲۰۱۸).

بازداری پاسخ اشاره به توانایی اداره و جهت بخشیدن به توجه با چشم‌پوشی از اطلاعات نامرتبط و حفظ توجه بر محرک یا آیتم مربوطه، دارد (گوته، پونتیفکس، هیلمن و مک آلوی[8]، ۲۰۱۳). مایزی، ایوانس، موهلرت، وربروژن، چمبر و آلن[9] (۲۰۲۰)، بازداری را به عنوان «توانایی جلوگیری از پاسخ‌های رفتاری نامرتبط تعریف می‌کنند که باعث بروز رفتارهای معطوف به هدف و منعطف می‌شود. » نقایص رفتاری مانند آغاز پاسخ با تأخیر و نقص در بازداری از پاسخ می‌توانند همراه با یکدیگر و یا جدا از هم در بیماران دچار سکته‌ی مغزی مشاهده گردند (ویسی پیرکوهی، حسنی ابهریان، کاظمی، واثقی، زرین دست و ناصحی، ۱۳۹۹).

از میان تکنیک‌های مختلفی که در برنامه های توان‌بخشی شناختی چنین بیمارانی به کار می‌رود، توان‌بخشی‌های مبتنی بر رایانه[10] کارآمدی خود را از اوایل دهه‌ی هشتاد میلادی در بهبود نواقص شناختی سالمندان و سایر بیماران دچار صدمات مغزی، دمانس و یا اسکیزوفرنی، نشان داده‌اند (حسن‌زاده، زارع، علیپور و شریف الحسینی، ۱۳۹۹؛ یو و همکاران، ۲۰۱۵). از جمله مزیت‌های بهره‌گیری از چنین تکنیک‌هایی، مقرون به صرفه بودن و فراهم کردن شرایط درمان برحسب نیمرخ عصب روان‌شناختی هر یک از بیماران به صورت مستقل است. از طرف دیگر، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند، هنگامی که تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای[11] همراه با روش‌های تمرینی استاندارد و یا پروتکل‌های توان‌بخشی به کار می‌رود؛ اثربخشی آن‌ها به میزان قابل توجهی در توانایی بازداری پاسخ (دیتیه، جاکوبسون، والش و لاویدور[12]، ۲۰۱۲) و در کارکردهای حرکتی، شناختی و زبانی بیماران دچار سکته‌ی مغزی (لیندنبرگ، رنگا، ژو، نایر و شلاگ[13]، ۲۰۱۰) نسبت به اعمال مداخلات توان‌بخشی به تنهایی، افزایش می‌یابد.

[1]- Prefrontal cortex
[2]- Attentional control
[3]- Responses
[4]- Lipskaya-Velikovsky, Zeilig, Weingarden, Rozental-Iluz & Rand
[5]- Neurodegenerative
[6]- Yoo, Yong, Chung & Yang
[7]- Povroznik, Ozga,Haar & Engler-Chiurazzi
[8]- Gothe, Pontifex, Hillman & McAuley
[9]- Maizey,Evans,Muhlert,Verbruggen,Chambers & Allen
[10]- Computer-Based Cognitive Rehabilitation (CBCR)
[11]- Transcranial direct current stimulation (tDCS)
[12]- Ditye, Jacobson, Walsh & Lavidor
[13]- Lindenberg, Renga, Zhu, Nair & Schlaug

کاربرد چنین پروتکل توان‌بخشی محدود به کارکردهای زیانی و حرکتی نیست و می‌تواند طیف وسیعی از کارکردهای شناختی را در بر بگیرد. پژوهش‌های انجام شده در جمعیت‌های بهنجار با به‌کارگیری هم‌زمان تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای و توان‌بخشی شناختی در یک جلسه، حاکی از این بوده است که استفاده از چنین پروتکلی می‌تواند عملکرد افراد در کارکردهای شناختی همچون حافظه‌ی فعال، یادگیری را به مدت کوتاهی افزایش دهد (درایسما، وسللا و هامل[۱]، ۲۰۲۰؛ پنوللازی، برگاماشی، پاستور، ویللانی، سارتوری و ماندینی[۲]، ۲۰۱۴؛ فلوئل، ساتورپ، کوهل، لوهمن، برین برین اشتاین و کنت[۳]، ۲۰۱۲؛ جوادی و والش، ۱۳۹۱). تحقیقات نشان داده‌اند که بازداری پاسخ با افزایش فعالیت در نواحی پشتی- میانی کورتکس پری فرونتال[۴]، کورتکس پری فرونتال جانبی[۵]، کورتکس آهیانه، اینسولار و پیش قوه[۶] دو طرفه و شیار آنگولار چپ و شیار گیجگاهی میانی راست، مرتبط است (گلدشتاین و ناگلیری[۷]، ۲۰۱۳)؛ لذا، ژئون و هان[۸] (۲۰۱۲) طی پژوهشی، با استفاده از تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای، ناحیه‌ی خلفی جانبی قشر پیش پیشانی چپ را تحریک نمودند که باعث بهبود معنادار عملکرد در تکلیف استروپ گردید.

پارک، کوه، چوی و کو[۹] (۲۰۱۳) تأثیر اعمال هم‌زمان تکالیف کامپیوتری شناختی و تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای را در مقایسه با گروه کنترل، بر عملکرد توجه پیوسته‌ی شنیداری و دیداری بیماران دچار سکته‌ی مغزی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که بهبود معناداری در عملکرد بیماران در مقایسه با گروه کنترل صورت گرفته بود. مطالعات اخیر تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی نشان داده است که تحریک آنودال در تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای موجب افزایش تحریک‌پذیری قشری-نخاعی[۱۰] در نواحی موضعی محل تحریک و همچنین مناطق دورتر می‌گردد (هوللا، بیسسوالا، رامشا،شیواکومارا، بارات، بنگالا، ونکاتاسوبرامانیانا، چاندا و مورتی[۱۱]، ۲۰۲۰؛ ورشینگ، پادبرگ، جورجیگ، هنز، بایر، پلونیا، حسن، ارتل – واگنر و کسسر[۱۲]، ۲۰۱۸)؛ بنابراین، محل قرارگیری الکترود می تواند اثری معنادار در توزیع فضایی و مسیر جریان الکتریکی ایفا نمایند. در اغلب پژوهش‌هایی که در آن‌ها تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، از یک الکترود آنود و یک الکترود کاتود بر روی پوست سر، استفاده شده است؛ اما از مونتاژهای دیگر همچون یک الکترود آنود و دو الکترود کاتود و با دو الکترود آنود و دو الکترود آنود نیز مورد استفاده قرار گرفته است (اوتز، دینوا، اوپن لاندر و کرخوف[۱۳]، ۲۰۱۰). واثقی، ذوقی و جابرزاده (۱۳۹۴) نشان دادند استفاده از تحریک هم زمان کورتکس حرکتی اولیه و نواحی کارکردی با القای بیشتر پتانسیل‌های فراخوانده ی حرکتی[۱۴] در روش اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به

[1]- Draaisma, Wessela & Hummel
[2]- Penolazzi, Bergamaschi, Pastore,Villani, Sartori and Mondini
[3]- Floel,Suttorp, Kohl, Kurten, Lohmann, Breitenstein & Knecht
[4]- Dorsomedial prefrontal cortex
[5]- Lateral prefrontal cortex
[6]- Precuneus
[7]- Goldstein & Naglieri
[8]- Jeon & Han
[9]- Park, Koh, Choi & Ko
[10]- Corticospinal
[11]- Hollaa,Biswala,Ramesha,Shivakumara, Bharath, Benegala Venkatasubramaniana, Chanda & Murthy
[12]- Worsching,Padberg, Goerigk, Heinz, Bauer, Plewnia, Hasan, Ertl-Wagner & Keeser
[13]- Utz, Dimova, Oppenländer & Kerkhoff
[14]- Motor-evoked potentials (MEPs)

صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای، نسبت به روش مرسوم بود.

در همین راستا، کوکلتا، دامبورسکا، رومن، رکتور و برازدیل[1] (۲۰۱۶) نیز بر نقش کارکردی مستقیم ناحیه‌ی حرکتی اولیه در فعالیت‌های مختلف شناختی، تأکید نمونه و نشان دادند ناحیه‌ی حرکتی اولیه در سرکوب پاسخ به صورت ارادی و همچنین آمادگی حرکتی به‌واسطه‌ی وجود مدارهای برنامه‌ریزی حرکتی، دخیل است (کن و کن[2]، ۲۰۱۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد، اعمال هم‌زمان تحریک آنودال در ناحیه‌ی مربوطه و منطقه‌ی کارکردی مرتبط به دلیل تعاملات شبکه‌ای موجود در کارکردهای پیچیده‌ی عصبی همچون بازداری پاسخ، می‌تواند نقش مهمی در توسعه تکنیک‌های توان‌بخشی در کارکردهای شناختی بیماران دچار سکته‌ی مغزی به دلیل وجود ساختارهای شبکه‌ی در مغز ایفا نماید. با این وجود، تاکنون تأثیر چنین مونتاژی بر بهبود کارکردهای اجرایی از جمله بازداری پاسخ در جمعیت‌های بالینی همچون سکته‌ی مغزی مورد بررسی قرار نگرفته است. بدین منظور، پژوهش حاضر با هدف طرح این سؤال که آیا استفاده از پروتکل توان‌بخشی شناختی مبتنی بر تکالیف کامپیوتری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای اثربخشی بیشتری در بهبود بازداری پاسخ بیماران نسبت به روش‌های مرسوم دارد و یا خیر، انجام می‌پذیرد.

روش

روش پژوهش حاضر، طرح نیمه آزمایشی از نوع پیش و پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه‌ی پژوهش حاضر شامل تمامی بیماران دچار سکته‌ی مغزی بودند که در سال ۱۳۹۵ به بیمارستان‌های شهر رشت در استان گیلان مراجعه نمودند. از جامعه فوق نمونه‌ای به تعداد ۴۰ نفر به روش نمونه‌گیری هدفمند بر اساس معیارهای شمول و استثنا انتخاب شد. ملاک‌های شمول و استثنا در پژوهش حاضر به شرح زیر بود: ملاک‌های ورود شامل راست دست، رده‌ی سنی ۴۰ تا ۶۵ سال، سپری شدن ۱ تا ۳ ماه از سکته، بینایی و شنوایی طبیعی، حداقل تحصیلات دیپلم، کسب حداقل نمره‌ی ۱۸ در آزمون ارزیابی شناختی مونترال. ملاک‌های خروج شامل سابقه‌ی ضربه‌ی مغزی، اختلالات روان‌پزشکی، صرع و سوءمصرف الکل و یا مواد مخدر.تعداد ۳ نفر از آزمودنی‌های گروه آزمایشی توان‌بخشی شناختی بدون اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای، ۲ نفر از گروه آزمایشی اعمال توان‌بخشی شناختی همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای، ۲ نفر از گروه آزمایشی اعمال توان‌بخشی شناختی همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای به صورت دو موضعی تک نیمکره‌ای و ۱ نفر نیز از گروه کنترل در طول اجرا پژوهش به دلایلی مانند فوت یا عدم همکاری خارج شدند. در نهایت، ۳۲ بیمار (۱۱ زن و ۲۱ مرد) در پژوهش شرکت نمودند. تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش، پس از مصاحبه و کسب اطلاع از فرایند مطالعه، فرم رضایت‌نامه‌ی آگاهانه جهت حضور در پژوهش را تکمیل نمودند و نسبت به رازداری و عدم افشای اطلاعات به آنان اطمینان خاطر کامل داده شد. گروه‌های آزمایشی شامل ۳ گروه بود: ۱- توان‌بخشی شناختی همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای به صورت دو موضعی تک نیمکره‌ای، ۲- توان‌بخشی شناختی همراه با تحریک الکتریکی مستقیم

[1]- Kukleta, Damborská, Roman, Rektor & Brázdil
[2]- Kwon & Kwon

فرا جمجمه‌ای به صورت تک موضعی ۳- توان‌بخشی شناختی بدون تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای. شرکت‌کنندگان، ۵ مرتبه در هفته و به مدت ۴ هفته، تمرینات توان‌بخشی شناختی به مدت ۳۰ دقیقه (هر یک از تکالیف به مدت ۱۵ دقیقه) و تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای را دریافت نمودند. پس از اتمام دوره‌ی مداخله، آزمودنی‌ها به طور مجدد به‌وسیله‌ی ارزیابی‌های مورد نظر، مورد بررسی قرار گرفتند. هشت هفته پس از اتمام مداخله، آزمودنی‌ها به طور مجدد به‌وسیله‌ی ابزارهای یادشده، برای تعیین میزان اثربخشی پروتکل‌های استفاده شده مورد ارزیابی قرار گرفتند. خلاصه گروه‌بندی‌ها و مداخلات صورت گرفته در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ خلاصه طرح پژوهشی اجرا شده (گروه بندی ها و مداخلات انجام شده)

گروه	تعداد جلسات	پروتکل مداخله	محل آند	محل کاتد
توان‌بخشی شناختی توأم با تحریک الکتریکی فراجمجمه ای دو موضعی	۲۰ جلسه در طول ۴ هفته	دو الکترود آند در یک نیمکره و دوکاتد در نیمکره مقابل در حین تکلیف رایانه‌ای	۱- حرکتی نیمکره چپ ۲-ناحیه خلفی جانبی قشر پیش پیشانی نیمکره چپ	سوپراارربیتال نیمکره‌ی راست
توان‌بخشی شناختی توأم با تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای تک موضعی	۲۰ جلسه در طول ۴ هفته	یک الکترود آند در یک نیمکره و یک کاتد در نیمکره مقابل در حین انجام تکلیف رایانه‌ای	ناحیه خلفی جانبی قشر پیش پیشانی نیمکره چپ	سوپراارربیتال نیمکره‌ی راست
توان‌بخشی شناختی بدون تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای	۲۰ جلسه در طول ۴ هفته	تنها اجرای تکلیف رایانه‌ای بدون تحریک فرا جمجمه‌ای	-	-
تحریک کاذب (شم)	۲۰ جلسه در طول ۴ هفته	دستگاه پس از ۳۰ ثانیه خاموش می‌شد	ناحیه خلفی جانبی قشر پیش پیشانی نیمکره چپ	سوپراارربیتال نیمکره‌ی راست

ابزار

تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای: در پژوهش حاضر، تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای با استفاده از دستگاه نوراستیم و از طریق ۲ پد $2\times1/5$ cm $(3\ cm^2)$ (الکترود آند) و 2×6 cm $(12cm^2)$ (الکترود کاتد) آغشته به محلول نمک به شدت جربان ۰/۳ میلی‌آمپر و به صورت مستقیم به مدت ۳۰ دقیقه و در حین اجرای تکالیف شناختی کامپیوتری (آنلاین) اعمال گردید (واثقی و همکاران، ۱۳۹۴). شیوه‌ی قرارگیری الکترودها در گروه همراه با تحریک آنودال دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای به این صورت بود که ۲ الکترود آنود بر روی نواحی حرکتی نیمکره چپ و ناحیه خلفی جانبی قشر پیش پیشانی نیمکره چپ بود و ۲ الکترود کاتد بر ناحیه‌ی سوپراارربیتال نیمکره‌ی مقابل (راست) کارگذاری شد (واثقی و همکاران، ۱۳۹۴). در گروه آزمایشی دیگر، تحریک از طریق یک الکترود آند بر ناحیه خلفی جانبی قشر پیش پیشانی نیمکره چپ و ۱ الکترود کاتد در ناحیه‌ی سوپراارربیتال نیمکره‌ی مقابل (راست) اعمال شد. گروه کنترل نیز تحریک را به مدت ۳۰ ثانیه دریافت نمودند و سپس دستگاه به صورت خودکار قطع شد.

آزمون ارزیابی شناختی مونترال[1]: برای بررسی وضعیت شناختی بیماران از آزمون ارزیابی شناختی مونترال استفاده شد که به عنوان ابزاری مناسب جهت غربالگری برای اختلالات شناختی خفیف به شمار می‌رود. این آزمون با هدف برطرف کردن نواقص آزمون کوتاه وضعیت ذهنی توسط نصرالدین، فیلیپس، بدریان، چاربوناو، ویتهد، کولین، کومینگز و چرتکو[2] (۲۰۰۵) ساخته شده است که حوزه‌های شناختی بیشتری را نسبت به آزمون یاد شده ارزیابی می‌نماید. این آزمون ۸ کارکرد شناختی را در ۳۰ سؤال که شامل حافظه‌ی کوتاه مدت، مهارت‌های دیداری-فضایی، کارکردهای اجرایی، تمرکز، حافظه‌ی فعال، زبان و آگاهی نسبت به زمان و مکان‌های مختلف است را مورد سنجش قرار می‌دهد. حداکثر نمره قابل اکتساب در این آزمون ۳۰ است که نمره‌ی ۲۶ و یا بالاتر طبیعی محسوب می‌گردد. افرادی که کمتر از ۱۲ سال سابقه‌ی تحصیل دارند، ۱ نمره به نمره‌ی کل آن‌ها اضافه می‌گردد. نقطه‌ی برش ۱۸ که در این پژوهش لحاظ شد، حداقل شرایط شناختی لازم جهت شرکت در پژوهش است. پایایی اولیه آزمون با آزمون آلفای کرونباخ ۰/۸۳ گزارش شده است (نصرالدین و همکاران، ۱۳۸۴). امساکی، مولوی، چیت ساز، موحد و عسکری (۱۳۹۰) در پژوهشی به مطالعه‌ی ویژگی‌های روان‌سنجی این مقیاس در بیماران پارکینسونی شهر اصفهان پرداختند. ضریب آلفای کرونباخ این پرسشنامه در پژوهش یاد شده ۰/۷۷ و روایی هم‌زمان آن برابر با ۰/۷۹ گزارش شد.

آزمون عملکرد پیوسته: جهت ارزیابی توجه پایدار و بازداری آزمودنی‌ها از نسخه‌ی رایانه‌ای آزمون عملکرد پیوسته که توسط نرم‌افزار زبان آموزسازی روانی[3] ارائه شده است، استفاده شد. در طول اجرای این تکلیف، مجموعه‌ای از حروف بر روی صفحه‌ی کامپیوتر ارائه می‌گردد و آزمودنی می‌بایست به تمامی حروف، جز حرف X با فشار دادن کلید مربوطه در صفحه کلید واکنش نشان دهد. در مجموع ۳۶۰ محرک در طی ۱۸ بلوک (در هر بلوک ۲۰ حرف) در فواصل ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی ثانیه‌ای به‌صورت تصادفی ارائه می‌گردد (مولر، ۲۰۱۰). دو متغیر خطای ارتکاب و خطای هدف که توسط تکلیف به صورت خودکار محاسبه می گردد، به عنوان نمره‌ی آزمودنی در این تکلیف لحاظ گردید.علیلو، صمدی و شیروانی(۱۳۹۰) نیز پایایی این آزمون را ۰/۸۱ گزارش کردند. روایی آزمون نیز در حد مطلوبی گزارش شد.

تکلیف توقف هدف[4] جهت ارزیابی توانایی بازداری آزمودنی‌ها از تکلیف توقف هدف (ورنبروگن، لوگان و استیونز[5]، ۲۰۰۸) استفاده شد. در این تکلیف از دو نماد دایره و مربع در هر مرتبه‌ی آزمون استفاده شده است. سایز محرک های دیداری برابر با ۱/۵ سانتی‌متر مربع است که به مدت ۱/۲۵۰ میلی‌ثانیه بر روی صفحه باقی می‌ماند. آزمودنی‌ها می‌بایست در سریع‌ترین زمان ممکن به‌وسیله‌ی کلیک چپ و راست ماوس کامپیوتر به محرک‌ها پاسخ دهند. بدین صورت که به محرک دایره با راست کلیک و به محرک مربع با چپ کلیک پاسخ دهند. در ۲۵ درصد آزمون‌ها، محرکی صوتی (۷۵۰ هرتز- ۷۵ میلی‌ثانیه) اندکی پس از محرک دیداری ارائه

[1]- Montreal Cognitive Assessment Test (MCOA)
[2]- Nasreddine, Phillips, Bédirian, Charbonneau, Whitehead, Collin, Cummings & Chertkow

[3]- The psychology experiment building language(PEBL)
[4]- STOP-IT
[5]- Verbruggen, Logan & Stevens

می‌گردد که هنگام شنیدن آن آزمودنی می‌بایست بلافاصله از پاسخ دادن خودداری نماید (توقف علامت[1]). زمان بین ارائه محرک و توقف علامت در هر آزمون تنظیم شده است (تأخیر در توقف علامت[2]). تکلیف با تأخیر در توقف علامت حدود ۲۵۰ میلی‌ثانیه آغاز می شود و به دنبال آن پس از پاسخ درست، زمان تأخیر در توقف علامت، ۵۰ میلی‌ثانیه افزایش می‌یابد. پس از پاسخ نادرست، زمان تأخیر در توقف علامت، ۵۰ میلی‌ثانیه کاهش می‌یابد. تکلیف شامل ۲ مرحله است که مرحله‌ی نخست از ۳۲ آزمون تمرینی و مرحله‌ی دوم از ۱۹۲ آزمون شامل ۳ بلوک ۶۴ تایی بافاصله‌ی ۱۰ ثانیه استراحت میان بلوک‌ها تشکیل یافته است (ورنبروگن و همکاران، ۲۰۰۸). مراحل تمرینی برای این انجام می گردد تا آزمونگر نسبت به فهم آزمودنی‌ها از شرایط تکلیف اطمینان حاصل نماید. نقطه‌ی تمرکز (+) و محرک دیداری در وسط صفحه‌ی نمایشگر با رنگ سفید در زمینه‌ی سیاه ارائه می‌گردد. ورنبروگن و همکاران (۲۰۰۸)، پایایی و روایی این تکلیف را در حد مطلوب و قابل قبولی گزارش نموده اند.

تکلیف فلانکر[3]: به جهت ارزیابی کنترل بازداری آزمودنی‌ها، از نسخه‌ی کامپیوتری تکلیف فلانکر در نرم‌افزار زبان‌آموز سازی روانی استفاده شد. نسخه‌ی استاندارد این تکلیف توسط اریکسن و اریکسن[4] (۱۹۷۴) معرفی شد. این تکلیف از ۸ نوع آرایه مختلف از پیکان‌های سفید و محرک‌های خنثی در پس‌زمینه‌ی سیاه با جهت چپ و یا راست تشکیل شده است که توسط حداکثر ۴ پیکان دیگر به صورت متجانس و یا غیر متجانس و یا محرک‌های خنثی احاطه شده است. در این تکلیف آزمونی ابتدا با نقطه ی خیرگی (+) مواجه می گردد و پس از ۱۰۰۰ میلی ثانیه سپس محرک دیداری به مدت ۲۰۰ میلی ثانیه بر روی صفحه ظاهر می گردد. تکلیف آزمودنی تشخیص جهت پیکان میانی و عدم توجه به پیکان های احاطه کننده در سریع ترین زمان ممکن با استفاده از کلید های کیبرد (Z) و (/) به ترتیب برای جهت های چپ و راست می باشد. اریکسن و اریکسن (۱۹۷۴) پایایی و روایی این تکلیف را در حد مطلوب و قابل قبولی گزارش نموده اند.

بازی تجاری فروت نینجا: به منظور توان‌بخشی بازداری پاسخ در آزمودنی‌ها، از حالت کلاسیک بازی تجاری فروت نینجا (استودیو هالفبریک، بریسبین، استرالیا[5]) که توانایی شناختی بازداری از پاسخ آزمودنی را درگیر می‌سازد، استفاده شد. این بازی دو نوع محرک (میوه و یا بمب) را به صورت تصادفی ارائه می‌کند. آزمودنی ها می بایست تنها به میوه ها پاسخ دهند (پاسخ به محرک[6]) و از پاسخ به بمب خودداری نمایند (عدم پاسخ به محرک[7]). تکلیف آزمودنی‌ها در بازی بریدن میوه‌ها و عدم تماس با بمب‌ها خواهد بود. هنگامی‌که به محرک میوه توسط آزمودنی بریده می‌شود، به عنوان یک امتیاز مثبت برای او در نظر گرفته می شود. بازی هنگامی که بمب ها لمس شوند و یا بیش از سه محرک میوه از دست بروند، تمام خواهد شد. امتیاز هر مرتبه‌ی بازی ثبت گردید و امتیاز نهایی آزمودنی حاصل میانگین سه مرتبه از بالاترین امتیازهای به دست آمده بود. آزمودنی این بازی را به مدت ۱۵ دقیقه در هر جلسه‌ی توان‌بخشی اجرا خواهد کرد. پژوهش لیو، ژو، زیگلر و شی (۲۰۱۶) نشان داد،

[1]- Stop Signal
[2]- Stop Signal Delay(SSD)
[3]- Flanker
[4]- Eriksen and Eriksen

[5]- Halfbrick Studios, Brisbane, Australia
[6]- Go-stimuli
[7]- No go stimuli

استفاده از این بازی می‌تواند در بهبود کنترل بازداری و فعالیت عصبی مؤثر باشد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار سنی برای گروه توان‌بخشی شناختی توأم با تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای دو موضعی ۳/۹۸ ± ۵۶,۱۴، گروه توان‌بخشی شناختی توأم با تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای تک موضعی ۷/۸۹ ± ۵۷، گروه توان‌بخشی شناختی بدون تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای ۵/۴۴ ± ۵۴/۸۸ و برای گروه تحریک کاذب (شم) ۶/۱۰ ± ۵۴/۷۸ بود. نسبت مرد به زن برای گروه‌های پژوهشی نیز به ترتیب ۴/۳، ۶/۲، ۴/۴ و ۷/۲ بود. جهت ارزیابی اثربخشی پروتکل‌های مختلف توان‌بخشی بر پاسخ بازداری مشاهده شده در تکلیف عملکرد توجه پیوسته، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. در این تکلیف دو نوع خطا شامل خطاهای حذف و ارتکاب مورد بررسی واقع می‌شوند. نتایج این تحلیل در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ نتایج آزمون تحلیل واریانس برای بررسی اثربخشی پروتکل‌های توان‌بخشی بر تکلیف عملکرد پیوسته

	عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی‌داری	مجذور اتا
درون گروهی	خطای حذف	۱۵۹۶/۷۱۲	۲	۷۹۸/۳۵۶	۲۵/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۴۷۲
	خطای حذف* گروه	۶۴۲/۶۰۳	۶	۱۰۷/۱۰۰	۳/۳۵۴	۰/۰۱	۰/۲۶۴
بین گروهی	گروه	۱۴۰۷/۲۴۳	۳	۴۶۹/۰۸۱	۱/۷۱۴	NS	۰/۱۵۵
درون گروهی	خطای ارتکاب	۲۸۵/۴۶۵	۲	۱۴۲/۷۳۲	۴۱/۴۸۳	۰/۰۱	۰/۵۹۷
	خطای ارتکاب* گروه	۱۵۴/۶۷۲	۶	۲۵/۷۷۹	۷/۴۹۲	۰/۰۰۱	۰/۴۴۵
بین گروهی	گروه	۴۵۹/۰۲۴	۳	۱۵۳/۰۰۸	۷/۸۹۳	۰/۰۰۱	۰/۴۵۸

نتایج جدول شماره ۲ نشان می دهد که در خطای ارتکاب از آزمون عملکرد پیوسته بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنادار وجود دارد ($p \leq ۰/۰۱$). به منظور مقایسه میانگین گروه ها از آزمون t استفاده شد. نتایج آزمون t مستقل نشان داد بین میانگین‌های دو گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای با گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف رایانه‌ای، ($p \leq ۰/۰۰۱$، $df=۱۳$ ، $t =۳/۱۲$) و با گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف رایانه‌ای همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی ($p \leq ۰/۰۱$، $df=۱۴$ ، $t =۲/۷۷$) و گروه کنترل همراه با تحریک تصنعی ($p \leq ۰/۰۰۱$، $df=۱۵$ ، $t =۵/۱۰$) معنادار است. همچنین تفاوت میانگین گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف رایانه‌ای همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی و گروه کنترل همراه با تحریک تصنعی ($p \leq ۰/۰۵$، df، $t =۲/۹۳$) نیز معنادار است. در مرحله‌ی پیگیری نیز بین میانگین گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف رایانه‌ای همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای با

گروه توان‌بخشی شناختی بدون اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای و (t =۵/۱۳ ، df=۱۳، p ≤ ۰/۰۰۱) و گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف رایانه‌ای همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی (t =۳/۰۹ ، df=۱۴، p ≤ ۰/۰۰۱) و گروه کنترل همراه با تحریک تصنعی (p ≤ ۰/۰۰۱، df =۱۵، t =۵/۴۲) تفاوت معناداری وجود دارد. برای بررسی عملکرد شرکت‌کنندگان در آزمون توقف هدف نیز از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ نتایج آزمون تحلیل واریانس برای بررسی اثربخشی پروتکل‌های توان‌بخشی بر تکلیف توقف هدف

	عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی‌داری	مجذور اتا
درون گروهی	تکلیف توقف هدف (زمان واکنش توقف علامت)	۶۴۷۷/۲۳۸	۲	۳۲۳۸/۶۱۹	۲۳/۰۷۱	۰/۰۰۱	۰/۴۵۲
	تکلیف (زمان واکنش توقف علامت)* گروه	۷۸۰۱/۶۰۶	۶	۱۳۰۰/۲۶۸	۹/۲۶۳	۰/۰۰۱	۰/۴۹۸
بین گروهی	گروه	۲۸۳۹۵/۴۸۶	۳	۹۴۶۵/۱۶۲	۵/۳۹۴	۰/۰۰۵	۰/۳۶۶
درون گروهی	تکلیف توقف هدف (زمان واکنش برای نوبت‌های غیر توقف هدف)	۹۱۲۵۰/۲۶۰	۲	۴۵۶۲۵/۱۳۰	۱۴/۳۰۳	۰/۰۰۱	۰/۳۳۸
	تکلیف توقف هدف (زمان واکنش برای نوبت‌های غیر توقف هدف)* گروه	۵۱۰۸۹/۳۷۶	۶	۸۵۱۴/۸۹۶	۲/۶۶۹	۰/۰۵	۰/۲۲۲
بین گروهی	گروه	۱۴۵۴۶۴/۲۰۸	۳	۴۸۴۸۸/۰۶۹	۳/۶۷۲	۰/۰۵	۰/۲۸۲

همان‌گونه که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود، خلاصه‌ی تحلیل واریانس بیانگر آن است که اثر اصلی نمرات اکتسابی آزمودنی‌ها در تکلیف توقف هدف (زمان واکنش توقف هدف) معنادار است (۲۳/۰۷= F(۱،۵۶) ، P<۰/۰۰۱، ۰/۴۵۲= اتای جزیی)؛ بنابراین، با توجه به مجذور اتای به دست آمده، نمرات آزمودنی‌ها در تکلیف توقف هدف (زمان واکنش) در سه گروه آزمایشی و گروه کنترل تفاوت معناداری با یکدیگر دارند (۵/۳۹۴= F(۱،۵۶) ، P<۰/۰۱، ۰/۳۶۶= اتای جزیی). نتایج آزمون t مستقل نیز نشان داد تفاوت بین گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای و گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی (t= ۳/۱۳، df = ۱۴ ،p< ۰/۰۱) و گروه کنترل همراه با تحریک تصنعی (p< ۰/۰۰۱، ۱۵= df،t= ۴/۱۳) معنادار است. در مرحله پیگیری نیز، بین گروه‌های توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای و توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری (p< ۰/۰۵،

(t= ۲/۶۷، df = ۱۳) و گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی (p< ۰/۰۱، df = ۱۴، t= ۳/۹۰) و گروه کنترل همراه با تحریک تصنعی (t= ۵/۱۰، df = ۱۵، p< ۰/۰۰۱) معنادار است. برای مقایسه عملکرد بازداری شرکت‌کنندگان در تکلیف فلانکر نیز از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤ نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته برای بررسی اثربخشی پروتکل‌های توان‌بخشی بر تکلیف فلانکر

	عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی‌داری	مجذور اتا
درون گروهی	تکلیف فلانکر (خطاها)	۳۸/۷۰	۲	۱۹/۳۵۰	۱۳/۴۴۵	۰/۰۰۱	۰/۳۲۴
	تکلیف فلانکر (خطاها)* گروه	۶/۹۳	۶	۱/۱۵۱	۰/۸۰۲	NS	۰/۷۹
بین گروهی	گروه	۳۸/۱۴۸	۳	۱۲/۷۱۶	۲/۵۵۹	NS	۰/۲۱۵
درون گروهی	تکلیف فلانکر (هزینه خطای تعارض)	۳۳۱۸/۷۸	۲	۱۶۵۹/۳۹	۹/۲۰	۰/۰۰۱	۰/۲۴۷
	تکلیف فلانکر (هزینه خطای تعارض)* گروه	۶۶۹۴/۲۵	۶	۱۱۱۵/۷۰۹	۶/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۴۰
بین گروهی	گروه	۸۳۲۹/۱۸	۳	۲۷۷۶/۳۹۵	۲/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۱۸۲

همان‌گونه که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود، خلاصه‌ی تحلیل واریانس بیانگر آن است که اثر اصلی نمرات اکتسابی آزمودنی‌ها در تکلیف فلانکر در شاخص میزان خطاها معنادار است (F(۱،۵۶) =۱۳/۴۴ ، ۰/۰۰۱ >P، ۰/۳۲۴= اتای جزیی)؛ بنابراین، با توجه به مجذور اتای به دست آمده، نمرات آزمودنی‌ها در تکلیف فلانکر در شاخص میزان خطاها در سه گروه آزمایشی و گروه کنترل تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند (F(۱،۵۶) =۲/۵۶ ، P<۰/۰۷۵، ۰/۲۱۵= اتای جزیی). نتایج آزمون t مستقل با مقایسه‌ی میانگین نمرات تکلیف فلانکر نشان می‌دهد شاخص هزینه‌ی تعارض بین گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای و گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی (p< ۰/۰۵، df = ۱۵، t= ۳/۲۰) معنادار است. در پیگیری نیز، بین میانگین‌های گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای و توان‌بخشی شناختی بدون اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای و (p< ۰/۰۵، df = ۱۳، t= ۲/۵۴) و گروه توان‌بخشی شناختی با تکالیف کامپیوتری همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت تک موضعی (p< ۰/۰۱، df = ۱۴، t= ۳/۱۱) و

گروه کنترل همراه با تحریک تصنعی (۰/۰۵ >p، ۱۵ = df،۲/۷۴ =t) تفاوت معناداری نشان داده شد.

بحث

پژوهش حاضر با هدف مقایسه‌ی پروتکل‌های توان‌بخشی شناختی مبتنی بر تکالیف کامپیوتری، با و بدون اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای به صورت دو موضعی تک نیمکره‌ای بر روی نواحی حرکتی اولیه و قشر پیش پیشانی خلفی جانبی و روش مرسوم (تحریک قشر خلفی جانبی پیش پیشانی) انجام گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، گروه توان‌بخشی شناختی همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای به صورت دو موضعی نیمکره‌ای بر روی نواحی حرکتی اولیه و قشر پیش پیشانی خلفی جانبی، نسبت به گروه توان‌بخشی شناختی بدون اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای، گروه توان‌بخشی شناختی همراه با اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای بر روی ناحیه‌ی پیش پیشانی خلفی جانبی و گروه کنترل، عملکرد بهتر و زمان واکنش کوتاه‌تر و صحت پاسخ بیشتری را در تکالیف مربوط به بازداری پاسخ شامل تکلیف توجه پیوسته شاخص خطای ارتکاب، تکلیف فلانکر و تکلیف توقف هدف در مراحل پس آزمون و همچنین مرحله‌ی پیگیری از خود نشان دادند.

در درجه‌ی نخست پژوهش حاضر نشان داد، اجرای هم‌زمان توان‌بخشی شناختی مبتنی بر تکالیف کامپیوتری و اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای به صورت آنلاین، اثربخشی بیشتری نسبت به اعمال توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای به تنهایی دارد. این نتایج با یافته های تحقیقات پیشین همسو بود (لئو و همکاران، ۲۰۱۵؛ پارک و همکاران، ۲۰۱۳؛ جئون و هان، ۲۰۱۲؛ فوئل و همکاران، ۲۰۱۲؛ جوادی و والش، ۱۳۹۱؛ دیتیه و همکاران، ۲۰۱۲؛ لیندنبرگ، رنگا، ژو، نایر، شلاگ[1]، ۲۰۱۰). به نظر می‌رسد، تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای می‌تواند با افزایش میزان تحریک‌پذیری کورتکسی در شبکه‌های مربوط به کارکردهای اجرایی در مغز، زمینه‌ی لازم برای پروتکل‌های مختلف توان‌بخشی شناختی در بیماران دچار صدمات مغزی را فراهم می‌سازد. از طرف دیگر پژوهش حاضر نشان داد، تحریک آنودال هم‌زمان نواحی درگیر در یک نیمکره، می‌تواند منجر به افزایش اثربخشی پروتکل‌های توان‌بخشی شناختی، نسبت به اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای بر روی ناحیه‌ی قشر پیش پیشانی خلفی جانبی، در عملکرد افراد در کارکردهای اجرایی می‌گردد. این یافته‌ها، با نتایج به دست آمده توسط واثقی و همکاران (۱۳۹۴) که نشان داد، تحریک هم‌زمان ناحیه‌ی کارکردی مرتبط در علاوه بر ناحیه‌ی مورد نظر، موجب افزایش القای پتانسیل های فراخوانده ی حرکتی[2] در افراد بهنجار می گردد، همسو بود.

آنفارکتوس ها به طور تخمینی بین ۲۰ تا ۲۵ درصد مواقع سبب ضایعاتی در ناحیه پیشانی می‌گردد. علاوه بر این، بیماران دچار سکته‌ی مغزی نواحی خلفی نیز، چیزی قریب به ۳۰ درصد مواقع نواحی پیشانی را دچار آسیب می‌سازد (لی، لیانگ، ژانگ، پان، هو و ژائو[3]، ۲۰۲۰). با این وجود، نرخ بالای سکته های مغزی نواحی فرونتال به معنای آن نیست که ضرورتاً نقص در کارکردهای اجرایی تنها به دلیل ضایعه‌های ایجاد شده در نواحی

[1]- Lindenberg, Renga, Zhu, Nair & Schlaug
[2]- Motor-evoked potentials (MEPs)
[3]- Li, Y.Liang, Zhang, Pan, Hu & Zhao

فرونتال است؛ چندین مطالعه (شایو[1] و همکاران،۲۰۲۰؛ هایس، دونلان و استوکس[2]، ۲۰۱۶) نشان داده است که سکته‌ی مغزی در نواحی خلفی و قدامی سبب ناتوانی و ضعف در اجرای آزمون های مربوط به کارکردهای اجرایی می‌گردد. به نظر می‌رسد که جنبه‌های شناختی کارکردهای اجرایی از جمله بازداری پاسخ بیشتر توسط مدارهای از نواحی قشر پیشانی پشتی جانبی و جنبه‌های رفتاری کارکردهای اجرایی توسط مدارهای لترال اربیتال و سینگولیت مدیال فرونتال/ قدامی[3] پشتیبانی می گردد. آسیب به هر یک از این نواحی می‌تواند منجر به صدمات مشابهی بر چنین کارکردهایی گردد (شایو و همکاران، ۲۰۲۰). کارکردهای اجرایی بیماران سکته‌ی مغزی در اغلب موارد آن، دچار آسیب می‌گردد که سبب‌ساز نواقصی اساسی در ناتوانی و مشکلات پس از وقوع سکته می‌شود. در ادبیات پژوهشی، عمدتاً کارکردهای اجرایی (و یا سندرم نقص در کارکردهای اجرایی[4]) را به نواحی فرونتال مغز نسبت می دهند که شماری از کارکردهای شناختی را در برمی‌گیرد؛ با این وجود، این کارکردها ممکن است که در آسیب‌های سایر نواحی مغزی نیز دچار نقص گردند (پارک و همکاران، ۲۰۱۵). به نظر می‌رسد که ناحیه‌ی حرکتی اولیه در کارکردهای اجرایی از جمله بازداری پاسخ افراد نقش مهمی ایفا می‌نماید. شاید بتوان دلیل چنین امری را در تعاملات کارکردی و عصبی میان این نواحی و ناحیه ی پیش پیشانی خلفی جانبی دانست که در پژوهش اخیر کوکلتا و همکاران (۲۰۱۶)، مورد توجه قرار گرفت.

کورتکس ناحیه‌ی پیش حرکتی به دو قسمت پشتی و شکمی تقسیم می‌شود که ناحیه‌ی پشتی آن خروجی‌اش را به ناحیه‌ی حرکتی اولیه و طناب نخاعی می‌فرستد و ورودی هایی از ناحیه‌ی قشر پیش پیشانی خلفی جانبی دریافت می‌کند. مدولاسیون یا تعدیل مربوط به توجه در ناحیه‌ی پیش پیشانی خلفی جانبی و داده‌های مربوط به آمادگی حرکتی در ناحیه‌ی پشتی کورتکس پیش حرکتی توسط ناحیه‌ی حرکتی اولیه دریافت می‌گردد. در نتیجه‌ی چنین ساختار کارکردی، به نظر می‌رسد که تحریک آنودال هم‌زمان ناحیه‌ی پیش پیشانی خلفی جانبی و حرکتی اولیه می‌تواند، منجر به فعال‌سازی مسیر عصبی پیش پیشانی خلفی جانبی - به طرف قشر حرکتی – پیش حرکتی اولیه گردد و تحریک‌پذیری این نواحی را افزایش دهد (واثقی و همکاران، ۱۳۹۴). به نظر می‌رسد با توجه به وجود چنین مسیرهایی بین این دو ناحیه، تحریک دو ناحیه به‌طور هم‌زمان سبب فعال‌سازی بیشتر و در نتیجه بهبود در کارکردهای مزبور به بازداری پاسخ در بیماران دچار سکته ی مغزی گردد. از طرف دیگر یافته های حاصل از مرحله‌ی پیگیری نیز حاکی از پایداری توان‌بخشی انجام شده در گروه همراه با مداخله‌ی ۲ موضعی تک نیمکره‌ای، نسبت به سایر گروه‌های مورد مداخله و گروه کنترل، در ۸ هفته پس از اعمال مداخلات بود. به نظر می‌رسد، استفاده از پروتکل تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای هم‌زمان ۲ موضعی تک نیمکره‌ای می‌تواند اثربخشی تمرینات توان‌بخشی شناختی را افزایش داده و بهبود عملکرد بیماران دچار سکته‌ی مغزی را در تکالیف مربوط به بازداری پاسخ افزایش دهد.

[1]- Shao
[2]- Hayes, Donnellan & Stokee
[3]- Lateral orbital and medial frontal/anterior cingulate circuits
[4]- Dysexecutive syndromes

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج یاد شده، به نظر می‌رسد اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای در حین اجرای توان‌بخشی شناختی به صورت هم‌زمان اثربخشی بیشتری نسبت به اعمال توان‌بخشی شناختی با استفاده از تکالیف کامپیوتری به تنهایی در بازداری پاسخ دارد. تحریک مغزی فرا جمجمه‌ای می‌تواند از طریق فعال ساختن مناطق مرتبط با کارکردهای اجرایی، زمینه و بستر عصبی مناسبی را برای اعمال پروتکل‌های مختلف توان‌بخشی شناختی فراهم سازد و اثرات چنین مداخلاتی را با دوام تر سازد. از طرف دیگر، استفاده از تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای می‌تواند به دلیل تعاملات شبکه‌ای بین نواحی مختلف مغزی، نسب به روش مرسوم دو الکترودی، اثربخشی تمرینات توان‌بخشی شناختی را افزایش داده و بهبود عملکرد بیماران دچار سکته‌ی مغزی را در عملکرد بازداری افزایش دهد. اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای آنودال به صورت دو موضعی هم‌زمان یک نیمکره‌ای همراه با توان‌بخشی شناختی با استفاده از تکالیف کامپیوتری می‌تواند اثربخشی مداخلات توان‌بخشی انجام شده را افزایش داده و چنین بهبودی را به خارج از جلسات درمانی و پس از مدت زمان طولانی‌تری همچنان حفظ نماید. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به تعداد کم آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مداخله اشاره نمود. پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی در ابعاد گسترده‌تر انجام گیرد و کارایی این پروتکل بر بهبود سایر عملکردهای شناختی بیماران موردبررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از یافته‌های مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم شناختی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان به شماره ۲۱۴/د/۲۲۵۳۰ مورخ ۱۳۹۵/۳/۹ است که توسط معاونت پژوهشی دانشگاه مورد تصویب قرار گرفته است. بدین وسیله از کلیه بیماران و همراهان آن‌ها که در مراحل اجرای پژوهش حاضر با سعه‌صدر نهایت همکاری را با گروه اجرایی تحقیق داشتند، کمال تقدیر و تشکر را می‌نماید.

References

Ditye T, Jacobson L, Walsh V, & Lavidor M. (2012). Modulating behavioral inhibition by tDCS combined with cognitive training. Experimental brain research, 219 (3), 363-368.

Draaisma LR, Wessela MJ & Hummel FC. (2020). Non-invasive brain stimulation to enhance cognitive rehabilitation after stroke. Neuroscience Letter,719,133678.

Emsaki G, Molvi H, Chitsaz A, Movahed Abtahi M & Asghari K. (2011).Psychometric properties of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in parkinsons disease patients in Isfahan. Journal of Isfahan Medical School, 29 (158), 1391-1400. (In Persian).

Eriksen BA & Eriksen CW. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. Perception & psychophysics, 16, 143-149.

Floel A, Suttorp W, Kohl O, Kurten J, Lohmann H, Breitenstein C & Knecht S. (2012). Non-invasive brain stimulation improves object-location learning in the elderly. Neurobiology of aging, 33(8),1682-1689.

Goldstein S & Naglieri JA. (2013). Handbook of executive functioning. Springer Science & Business Media.

Gothe N, Pontifex MB, Hillman C & McAuley E. (2013). The acute effects of yoga on executive function. Journal of physical activity & health, 10(4):488-95.

Hadianfard H, Najjarian B, Shokr Kon H, & Mehrabi Zadeh M. (2001). Construction & validation of the Farsi version of the continuous performance test. Journal of Psychology, 4 (16), 388-404. (In Persian).

Hasanzadeh Pashang S, Zare H, Alipour A, & Sharif-Alhoseini M. (2020). The effectiveness of cognitive rehabilitation in improving visual and auditory attention in ischemic stroke patients. Acta Neurologica Belgica, doi: 10.1007/s13760-020-01288-4. (In Persian).

Hayes S, Donnellan C, & Stokee E. (2016). Executive dysfunction and balance function post-stroke: A cross-sectional study. Physiotherapy,102(1), 64–70.

Hollaa B, Biswala J, Ramesha V, Shivakumara V, Bharath RD, Benegala V, Venkatasubramaniana G, Chanda PK, & Murthy P. (2020). Effect of prefrontal tDCS on resting brain fMRI graph measures in Alcohol Use Disorders: A randomized, double-blind, sham-controlled study. Progress in Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry, 102,109950.

Javadi AH, & Walsh V. (2012). Transcranial direct current stimulation (tDCS) of the left dorsolateral prefrontal cortex modulates declarative memory. Brain stimulation, 5(3), 231-241. (In Persian).

Jeon SY, & Han SJ. (2012). Improvement of the working memory and naming by transcranial direct current stimulation. Annals of rehabilitation medicine, 36 (5), 585-595.

Kukleta M, Damborska A, Roman R, Rektor I, & Brazdil M. (2016). The primary motor cortex is involved in the control of a non-motor cognitive action. Clinical Neurophysiology, 127(2), 1547-1550.

Kwon YH, & Kwon JW. (2013). Response inhibition induced in the stop-signal task by transcranial direct current stimulation of the pre-supplementary motor area and primary sensoriomotor cortex. Journal of physical therapy science, 25(9), 1083-1086.

Li YJ, Liang KK, Zhang L, Pan R, Hu YM, & Zhao JH. (2020). Remote Ischemic Post-Conditioning may Improve Post-Stroke Cognitive Impairment: A Pilot Single Center Randomized Controlled Trial. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 29 (11), 105217.

Lindenberg R, Renga V, Zhu L, Nair D, & Schlaug G. (2010). Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients. Neurology, 75(24), 2176-2184.

Lipskaya-Velikovsky L, Zeilig G, Weingarden H, Rozental-Iluz C, & Rand D. (2018). Executive functioning and daily living of individuals with chronic stroke: measurement and implications. International Journal of Rehabilitation Research, 41(2), 122-127.

Maizey L, Evans CJ, Muhlert N, Verbruggen F, Chambers CD, & Allen CPG. (2020). Cortical and subcortical functional specificity associated with response inhibition. NeuroImage, 220, 117110.

Nasreddine ZS, Phillips NA, Bedirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, Cummings JL, & Chertkow H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. Journal of the American Geriatrics Society, 53 (4), 695-699.

Park SH, Koh EJ, Choi HY, & Ko MH. (2013). A double-blind, sham-controlled, pilot study to assess the effects of the concomitant use of transcranial direct current stimulation with the computer assisted cognitive rehabilitation to the prefrontal cortex on cognitive functions in patients with stroke. Journal of Korean Neurosurgical Society, 54 (6), 484-488.

Park YH, Jang JW, Park SY, Wang MJ, Lim JS, Baek MJ, Kim BJ, Han MK, Bae HJ, Ahn S, & Kim SY. (2015). Executive Function as a Strong Predictor of Recovery from Disability in Patients with Acute Stroke: A Preliminary Study. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 24 (3), 554-561.

Penolazzi B, Bergamaschi S, Pastore M, Villani D, Sartori G, & Mondini S. (2014). Transcranial direct current stimulation and cognitive

training in the rehabilitation of Alzheimer disease: A case study. Neuropsychological Rehabilitation, 25(6):799-817.

Poulin V, Korner-Bitensky N, Dawson DR, & Bherer L. (2012). Efficacy of Executive Function Interventions After Stroke: A Systematic Review. Top Stroke Rehabilitation,19 (2), 158-171.

Povroznik JM, Ozga JE, Haar CV, & Engler-Chiurazzi EB. (2018). Executive (dys)Function after Stroke: Special Considerations for Behavioral Pharmacology. Behavioral Pharmacology, 29 (7), 638–653.

Shao K, Wang W, Guo SZ, Dong FM, Yang YM, Zhao ZM, Jia YL, & Wang JH. (2020). Assessing executive function following the early stage of mild Ischemic stroke with three brief screening tests. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases,29 (8), 104960.

Utz KS, Dimova V, Oppenlander K, & Kerkhoff G. (2010). Electrified minds: transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology—a review of current data and future implications. Neuropsychologia, 48 (10), 2789-2810.

Vaseghi B, Zoghi M, & Jaberzadeh S. (2015). The effects of anodal-tDCS on corticospinal excitability enhancement and its after-effects: conventional vs. unihemispheric concurrent dual-site stimulation. Frontiers in Human Neuroscience, 9, 533-543. (In Persian).

Veisi-Pirkoohi S, Hassani-Abharian P, Kazemi R, Vaseghi S, Zarrindast MR, & Nasehi M. (2020). Efficacy of RehaCom cognitive rehabilitation software in activities of daily living, attention and response control in chronic stroke patients. Journal of Clinical Neuroscience, 71, 101-107. (In Persian).

Verbruggen F, Logan GD, & Stevens MA. (2008). STOP-IT: Windows executable software for the stop-signal paradigm. Behavior research methods, 40 (2), 479-483.

Worsching J, Padberg F, Goerigk S, Heinz I, Bauer C, Plewnia C, Hasan A, Ertl-Wagner B, & Keeser D. (2018). Testing assumptions on prefrontal transcranial direct current stimulation: Comparison of electrode montages using multimodal fMRI. Brain Stimulation, 11(5), 998-1007.

Yoo Ch, Yong MH, Chung J, & Yang Y. (2015). Effect of computerized cognitive rehabilitation program on cognitive function and activities of living in stroke patients. Journal of physical therapy science,27(8), 2487–2489.